

José Max Barbosa Oliveira-Junior  
Lenize Batista Calvão  
(Organizadores)

# Ecologia

e conservação da biodiversidade

2

Atena  
Editora

Ano 2022



José Max Barbosa Oliveira-Junior  
Lenize Batista Calvão  
(Organizadores)

# Ecologia

e conservação da biodiversidade

2

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



## Ecologia e conservação da biodiversidade 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** José Max Barbosa Oliveira-Junior  
Lenize Batista Calvão

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E19 Ecologia e conservação da biodiversidade 2 / Organizadores José Max Barbosa Oliveira-Junior, Lenize Batista Calvão. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0450-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.507222707>

1. Ecologia. 2. Conservação. I. Oliveira-Junior, José Max Barbosa (Organizador). II. Calvão, Lenize Batista (Organizadora). III. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

O e-book “**Ecologia e conservação da biodiversidade 2**” é composto por dez capítulos com diferentes abordagens, relacionadas à ecologia e conservação das espécies em sistemas terrestres e aquáticos. Este e-book traz uma diversidade de artigos que abordam temas variados de questões ecológicas e os desafios para conservação de espécies nos mais variados tipos de ecossistemas. Esses desafios incluem alterações climáticas, derramamento de óleos em praias, uso de agrotóxicos, sobrepesca e perda de habitat devido as atividades antrópicas que levam a perda de diversidade de espécies, de serviços ecossistêmicos (e.g., polinização) e da diversidade de interações bióticas. Destacamos aqui que todos nós, como seres humanos racionais, temos a responsabilidade de cumprir conjuntamente com os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) propostos no plano de ação Agenda 2030. Os ODS abrange as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental e portanto são integrados e indivisíveis (PNUD, 2016).

Nesse contexto, o **capítulo I** discute a importância de entender a relação entre o clima, tempo e aparecimento de doenças, para o enfrentamento adequado e oportuno dos surtos e para a manutenção da promoção da saúde na coletividade. Interessante, que esse estudo não deixa de mencionar que fatores sociais também contribuem para a promoção da saúde na coletividade, sendo necessário a implementação de programas estruturados de controle de vetores, juntamente com ações que promovam a melhoria socioeconômica da população susceptível, bem como, da infraestrutura dos serviços médicos oferecidos. No **capítulo II**, os autores identificaram e avaliaram aspectos e impactos ambientais locais de derramamento de petróleo em praias nordestinas no Brasil, apontando como os mais significativos o derramamento/vazamento de óleo/produto químico no mar, caracterizados quanto à severidade das consequências diretas e indiretas que podem acarretar ao meio ambiente. No **capítulo III**, a presença de espécies da fauna ameaçadas e a dependência das comunidades humanas locais são fatores que reforçam a necessidade da continuação da aplicação e a criação de medidas de conservação para os manguezais do Paraná, uma vez que esses ambientes estão ameaçados pelas atividades antrópicas. Os manguezais, segundo os autores, prestam diversos serviços ecossistêmicos sendo eles a pesca (serviços de provisão); estabilização do clima e proteção contra eventos extremos (serviços regulatórios); e festas tradicionais (serviços culturais). O **capítulo IV** demonstra que o revolvimento do solo por extratores de minhocoçu gera alterações químicas no solo que alteram a composição de espécies do Cerrado *stricto sensu*. O **capítulo V** aponta que as abelhas desempenham um papel muito importante no ambiente como polinizadores. Os autores destacam que a nutrição com recursos tróficos saudáveis e sem resíduos de agroquímicos oriundo de atividades antropogênicas se constitui na essência da



saúde das abelhas. O **capítulo VI**, avaliou a qualidade do mel produzido em apiários da zona rural sendo muito importante na cadeia de consumo local. O **capítulo VII** ressalta que a herbivoria pode causar danos relevantes a vegetação, e os autores destacam a importância de remanescentes de vegetação nativa para manutenção da diversidade, interações ecológicas e serviços ecossistêmicos. O estudo sugere também a necessidade da manutenção de fragmentos de cerrado próximo e ou/ circunvizinhos às áreas agrícolas a fim de serem zonas de amortecimento dos ataques de herbívoros. O **capítulo VIII** avaliou anualmente o crescimento e condições de populações de peixes, um trabalho bastante exaustivo e que ajuda elucidar questões importantes como sobrepesca, e, como ela pode impactar nas populações humanas locais que dependem desse recurso. O **capítulo IX** demonstra que o uso indiscriminado de agrotóxicos são muito prejudiciais e ameaçam a vida dos organismos aquáticos, desta forma identificar essas substâncias e os limiares que levam a perda da vida aquática é fundamental para o uso adequado dessas substâncias. O **capítulo X** propôs detectar e caracterizar a biodiversidade de vertebrados em um conjunto de fazendas com 7.868 hectares sob cultivo orgânico e manejo ecológico, localizadas na região de Ribeirão Preto, SP.

A você leitor e leitora, desejamos uma excelente leitura! Com carinho,

José Max Barbosa Oliveira-Junior

Lenize Batista Calvão

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **MUDANÇAS CLIMÁTICAS, DESEQUILÍBRIOS ECOLÓGICOS E SAÚDE PÚBLICA: UM CASO MULTI-AGENDAS**


Maryly Weyll Sant'Anna  
Natália Cristina de Oliveira  
Valdir de Souza  
Antônio Guerner Dias  
Maurício Lamano Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227071>

### **CAPÍTULO 2..... 27**

#### **APLICAÇÃO DA MATRIZ DE LEOPOLD NA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS – ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE**


Eduardo Antonio Maia Lins  
Adriana da Silva Baltar Maia Lins  
Daniele de Castro Pessoa de Melo  
Diogo Henrique Fernandes da Paz  
Sérgio Carvalho de Paiva  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha  
Luiz Oliveira da Costa Filho  
Fábio José de Araújo Pedrosa  
Fábio Correia de Oliveira  
Rosana Gondim de Oliveira  
Fabio Machado Cavalcanti  
Maria Clara Pestana Calsa  
Fernando Arthur Nogueira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227072>

### **CAPÍTULO 3..... 38**

#### **MANGUEZAIS DO PARANÁ: ZONA ÚMIDA COSTEIRA E SEUS ATRIBUTOS**

Léo Cordeiro de Mello da Fonseca  
Giovana Cioffi  
Kainã Rocha Cabrera Fagundes  
Murilo Rainha Pratezi  
Priscilla Resaffe Camargo  
Marília Cunha-Lignon


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227073>

### **CAPÍTULO 4..... 54**

#### **THE EXTRACTION OF THE GIANT EARTHWORM ALTERS THE SOIL CHEMICAL CHARACTERISTICS AND TREE COMPOSITION IN THE CERRADO**

Alex Josélio Pires Coelho  
Nayara Mesquita Mota  
Fernando da Costa Brito Lacerda


Luiz Fernando Silva Magnago  
João Augusto Alves Meira-Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227074>

**CAPÍTULO 5..... 67**

**ABELHAS E O AMBIENTE: IMPORTÂNCIA, NUTRIÇÃO E SANIDADE**


Márcia Regina Fanta  
Marcos Estevan Kraemer de Moura  
Tatiana de Mello Damasco  
Alex Sandro Poltronieri  
Rubens Onofre Nodari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227075>

**CAPÍTULO 6..... 81**

**PARÁMETROS DE CALIDAD DE MIEL DE ABEJAS *Apis mellífera* EN APIARIOS DE LA ZONA RURAL MANABITA**


Telly Yarita Macías Zambrano  
María Rodríguez Gámez  
Teresa Viviana Moreira Vera  
Rosario Beatriz Mera Macías  
Tanya Beatriz Bravo Mero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227076>

**CAPÍTULO 7..... 90**

**INCIDÊNCIA DE GUILDAS DE INSETOS HERBÍVOROS EM FAMÍLIAS DE PLANTAS FANEROGÂMICAS DE UM CERRADO *SENSU STRICTO***


Marina Neves Delgado  
Gabriel Ferreira Amado  
Evilásia Angelo da Silva  
Viviane Evangelista dos Santos Abreu  
Jhonathan Oliveira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227077>

**CAPÍTULO 8..... 102**

**RELACIONES LONGITUD-LONGITUD Y LONGITUD-PESO DE LA MORRÚA *Geophagus steindachneri* EN LA CIÉNAGA DE BETANCÍ, COLOMBIA**

Ángel L. Martínez-González  
Mario A. Peña-Polo  
Diana P. Jiménez-Castillo  
Jesús Vargas-González  
Glenys Tordecilla-Petro  
Fredys F. Segura-Guevara  
Charles W. Olaya-Nieto


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227078>

**CAPÍTULO 9..... 118**

**TOXICIDADE AGUDA DOS HERBICIDAS 2,4-D E ATRAZINA EM GIRINOS DE**

**PHYSALAEMUS CUVIERI**

Alexandre Folador  
Camila Fatima Rutkoski  
Natani Macagnan  
Vrandrieli Jucieli Skovronski  
Paulo Afonso Hartmann  
Marilia Teresinha Hartmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227079>

**CAPÍTULO 10..... 129**

**GERAÇÃO DE BIODIVERSIDADE DE FAUNA SILVESTRE EM CANAVIAIS ORGÂNICOS**

José Roberto Miranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50722270710>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 137**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 138**

## INCIDÊNCIA DE GILDAS DE INSETOS HERBÍVOROS EM FAMÍLIAS DE PLANTAS FANEROGÂMICAS DE UM CERRADO *SENSU STRICTO*

Data de aceite: 04/07/2022

### Marina Neves Delgado

Instituto Federal de Brasília, *campus* Planaltina, DF, Brasil, Docente

### Gabriel Ferreira Amado

Instituto Federal de Brasília, *campus* Planaltina, DF, Brasil, Egresso

### Evilásia Angelo da Silva

Instituto Federal de Brasília, *campus* Planaltina, DF, Brasil, Egresso

### Viviane Evangelista dos Santos Abreu

Instituto Federal de Brasília, *campus* Planaltina, DF, Brasil, Docente

### Jhonathan Oliveira Silva

Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF, *campus* Senhor do Bonfim, BA, Brasil, Docente

**RESUMO:** A herbivoria por insetos ocorre de várias maneiras, entre as quais a folivoria é a mais fácil de registrar, pois fica evidenciada na lâmina foliar. Este estudo teve como objetivos: (1) quantificar a frequência de ocorrência de danos causados provocados pelas guildas de insetos herbívoros (mastigador, raspador, minador e galhador) em algumas espécies de plantas em fragmentos de cerrado *sensu stricto*; (2) comparar a incidência dos tipos de guildas encontradas em diferentes famílias de plantas; e, (3) correlacionar tais guildas com algumas defesas anti-herbivoria observadas nestas

famílias. O estudo foi realizado nos fragmentos de cerrado *sensu stricto* circunvizinhos ao Instituto Federal de Brasília, *campus* Planaltina. Foram registradas 49 espécies de plantas, na qual 28 espécies sofreram algum dano causado por insetos herbívoros, demonstrando alta incidência de herbivoria. As guildas mais observadas foram as dos mastigadores e raspadores, com 48,75% e 33,75% das espécies atacadas, respectivamente. Por outro lado, apenas 7,5% e 1,25% das espécies apresentaram ataque por galhadores e minadores, respectivamente. Estes resultados reforçam o padrão específico e mais especialista de ocorrência dessas guildas quando comparados à mastigadores e raspadores que são mais generalistas. Tais interações poderiam ser moldadas por restrições filogenéticas dos insetos galhadores e minadores e/ou capacidade reativa das plantas hospedeiras. Os atributos de defesas estruturais não afetaram negativamente a herbivoria. Possivelmente, os insetos do cerrado *sensu stricto* já estejam adaptados a esses tipos de defesa. Nosso estudo reforça a importância de remanescentes de vegetação nativa para manutenção da diversidade, interações ecológicas e serviços ecossistêmicos. Desta forma, o presente estudo pode estimular a manutenção de fragmentos de cerrado próximo e ou/ circunvizinhas às áreas agrícolas a fim de serem zonas de amortecimento dos ataques de herbívoros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conservação, dano foliar, defesas físicas, interações ecológicas, savana.

**ABSTRACT:** Insect herbivory occurs in different ways, among which folivory is the easiest to

record, because it is evident in the leaf blade. This study aimed to: (1) quantify the frequency of leaf damage caused by insect herbivores guilds (chewing, scraping, mining and galling) in some plant species from Cerrado *sensu stricto* fragments; (2) to compare the incidence types of guilds found on different plant families; and (3) to correlate these guilds occurrence with some physical anti-herbivory defenses recorded. This study was carried out in the fragments of cerrado *sensu stricto* surrounding the Instituto Federal de Brasília, Planaltina *campus*. Fifty-one plant species were recorded, in which 33 species supported some damage caused by insect herbivores, reinforcing the high incidence of herbivory damage. The most observed guilds were the chewers and scrapers, with 48.75% and 33.75% of the species attacked, respectively. On the other hand, only 7.5% and 1.25% of plant species were attacked by gallers and miners, respectively. These results reinforce the specific and more specialist pattern of occurrence of these guilds when compared to chewers and scrapers, which are more generalist. Such interactions could be driven by phylogenetic constraints of galling and leaf miners and/or reactive capacity of host plants. The structural leaf defensive traits did not negatively affect herbivory. Possibly, the insects of the cerrado *sensu stricto* are already adapted to these types of defenses. Our study highlighted the importance of native vegetation remnants for maintaining diversity, ecological interactions and ecosystem services. In this way, the present study can stimulate the maintenance of cerrado fragments close to and/or surrounding agricultural areas in order to be buffer zones for herbivore attacks.

**KEYWORDS:** Conservation, ecological interactions, leaf damage, leaf defensive traits, savanna.

## 1 | INTRODUÇÃO

Herbivoria é a interação trófica entre herbívoros, que comem tecidos vegetais, e as plantas vivas (GUREVITCH et al., 2009). Como ela pode resultar em perda de área foliar, destruição de tecidos condutores e de sustentação, aniquilamento de sementes, flores e frutos ou disseminação de doenças, o efeito final do dano causado pelo herbívoro na planta-alvo geralmente é a diminuição do seu “fitness” ou sua morte (CRAWLEY, 1989). Em contra partida, o herbívoro se beneficia à custa da planta hospedeira, o que caracteriza a herbivoria, neste caso descrito acima, como um exemplo de interação antagonista. Entretanto, existem casos específicos nos quais a herbivoria passa a ter um efeito neutro ou positivo para a planta, como observada na interação entre vespas polinizadoras e figueiras (ANGELO; DALMOLIN, 2007).

A herbivoria também influencia diferentes processos ecológicos (WILSON, 1988). Por exemplo, ela influencia na evolução de caracteres de defesa de uma espécie vegetal (efeito ecológico em nível de população) (DELGADO et al., 2022a), na coexistência de espécies de planta em uma área (efeito ecológico em nível de comunidade) (SILVA et al., 2020; ALVES et al., 2021) e na ciclagem de nutrientes (efeito ecológico em nível de ecossistema) (LAIRD-HOPKINS et al., 2017).

Os herbívoros podem ser classificados de acordo com o órgão que consomem e pelo tipo de dano que produzem, sendo que os que consomem o mesmo órgão da planta

hospedeira, causando o mesmo tipo de dano, são agrupados na mesma guilda ecológica (KARBAN e AGRAWAL, 2002). Existem as guildas dos granívoros, pastadores, folívoros e frugívoros. Granívoros consomem sementes, matando o indivíduo que está dentro delas; pastadores comem plantas ou geralmente indivíduos de pequeno porte; folívoros consomem folhas de árvores ou arbustos; e frugívoros comem frutos, ocasionalmente não causando danos à semente (GUREVITCH et al., 2009).

Os herbívoros podem ser de diferentes táxons, mesmo sendo da mesma guilda. Por exemplo, granívoros são representados por periquitos, roedores e besouros-broca; pastadores por gado, coelhos e ovinos; folívoros por elefantes, girafas, lagartas, vespas, formigas; e frugívoros por antas, capivaras, formigas e macacos. Cabe ressaltar que, em média, a herbivoria reduz significativamente a biomassa vegetal nas comunidades naturais (COLEY e BARONE, 1996), sendo que de acordo com Gurevitch et al. (2009), “os invertebrados, como os insetos, têm um efeito muito maior do que os vertebrados” nesta redução. Afinal, plantas e insetos correspondem a mais de 50% dos organismos presentes no planeta (CRAWLEY, 1989).

Dentro da guilda dos folívoros, há insetos herbívoros que podem ser classificados como mastigadores, isto é: rasgam e mastigam pedaços de folhas, diminuindo a área fotossintética da planta; minadores que consomem tecido vegetal do mesófilo foliar e permanecem entre as duas superfícies da folha, constituindo as minas; os galhadores que induzem a formação de tumores pela planta, passando a se alimentar da galha formada; e os raspadores que raspam as folhas, mas não as furam com o seu aparelho bucal (ANGELO e DALMOLIN, 2007).

A distribuição dos diferentes tipos de guildas, determinada pela distribuição dos insetos herbívoros nos diversos habitats, pode estar relacionada com fatores bióticos, como defesas das plantas contra os insetos herbívoros (FERNANDES et al., 2004). As defesas anti-herbivórias podem ser presença de tricomas, espinhos, metabólitos secundários, nectários extraflorais e de cristais de oxalato de cálcio e folhas duras ou coriáceas, sendo que mais de um atributo de defesa pode estar presente na mesma planta (AGRAWAL e FISHBEIN, 2006). Como muitos insetos herbívoros são mais adaptados a atacar plantas com determinados tipos de defesa (ANGELO e DALMOLIN, 2007), é esperado que exista uma diferença na frequência de tipos de guildas encontradas em diferentes plantas hospedeiras com distintos atributos de defesa. Por isso, espera-se também que espécies de plantas de mesma família compartilhem as mesmas guildas de insetos herbívoros folívoros já que elas tendem a apresentar defesas semelhantes devido a convergência genética entre elas.

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro (RIBEIRO e WALTER, 1998) e abarca uma área de 2,2 milhões de Km<sup>2</sup> na porção do Planalto Central do Brasil (AB’SÁBER, 2006), conglomerando componentes dos estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo e Tocantins, além do Distrito Federal (SANO et al., 2008). Ele está submetido ao clima tropical sazonal, com duas estações

distintas, uma seca e outra chuvosa, sendo que a precipitação mal distribuída, está em torno de 1500 a 1800 mm na área core do Cerrado (AB'SÁBER, 2006). Este bioma ocorre sobre solos podzólicos e latossolos, lixiviados, distróficos, ácidos, com muito alumínio e pouco húmus. No Cerrado, o fogo tem ação importante, selecionando atributos da flora e fauna e influenciando na ciclagem de nutrientes (MANTOVANI, 2003). Apesar de ser um bioma com elevada riqueza biológica e endemismo (MEYERS et al., 2000), o Cerrado está sendo paulatinamente convertido em áreas agrícolas, por ter relevo relativamente plano, com facilidade de uso de máquinas, assim como por existirem tecnologias que tornam seu solo apropriado ao cultivo a partir da correção da acidez e adubação (MANTOVANI, 2003).

Diferentes fitofisionomias são observadas no Cerrado, abarcando campestres, savânicas e florestais. Nas fisionomias savânicas, como no cerrado *sensu stricto*, há árvores esparsas e um estrato herbáceo denso (EITEN, 1972). Nele, a maioria da vegetação é composta por plantas escleromórficas, com folhas pobres em nitrogênio e compostos fenólicos (MARQUIS et al., 2002). As defesas foliares das plantas do cerrado *sensu stricto* juntamente com sua baixa qualidade nutricional pode justificar a baixa proporção de área foliar danificada por insetos herbívoros mastigadores (em torno de 6,5%) (MARQUIS et al., 2001). Então, será que a herbivoria é pouco significativa nessa vegetação? Será que há preferência de guildas de insetos herbívoros a diferentes tipos de famílias de plantas? Sabe-se que, no Cerrado, a produção agrícola é intensa e o estudo da preferência desses tipos de guildas a determinados grupos de plantas poderá antecipar futuros problemas agrícolas de insetos-pragas em culturas cultivadas nas áreas circunvizinhas à vegetação nativa. Por fim, o presente estudo pode estimular a manutenção do Cerrado em pé perto das áreas agrícolas a fim de serem zonas de amortecimento dos ataques de herbívoros.

Portanto, esse estudo teve como objetivos: (1) quantificar a frequência de ocorrência de danos causados pelas guildas de insetos herbívoros (mastigador, raspador, minador e galhador) em algumas espécies de plantas em fragmentos de cerrado *sensu stricto*; (2) comparar a ocorrência dos diferentes tipos de guildas encontradas em diferentes famílias de plantas; e (3) correlacionar tais guildas com algumas defesas anti-herbivoria observadas nestas famílias.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Levantamento florístico foi feito nos fragmentos de cerrado *sensu stricto* circunvizinhos ao Instituto Federal de Brasília - *campus* Planaltina (IFB) que se encontra na região norte do Distrito Federal (15° 39' 28" S, 47° 41' 39" W). Tais fragmentos estão conservados, pois abarcam o Parque Colégio Agrícola de Brasília que é uma Unidade de Conservação Distrital, administrada pelo Instituto Brasília Ambiental com colaboração do IFB *campus* Planaltina (DELGADO et al., 2022b).

Excursões ao campo para coleta de material fanerogâmico fértil foram feitas de



setembro de 2016 a janeiro de 2018, por meio de caminhadas aleatórias. Tanto ervas quanto lenhosas em flor foram amostradas, exceto exemplares das famílias Cyperaceae e Poaceae. Durante as excursões ao campo, as plantas coletadas também foram documentadas fotograficamente e os pontos de coleta foram georreferenciados.

O material botânico fértil coletado foi etiquetado e novamente documentado fotograficamente no Laboratório de Ecologia do *campus* Planaltina. Posteriormente, ele foi herborizado para confecção de exsicatas. As espécies e famílias foram identificadas por especialistas, usando manuais de campo, tais como os de Silva-Júnior (2005) e Medeiros (2011), além de acervo de herbários. O sistema de classificação utilizado foi o APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY WEBSITE, 2017). Buscas no site Flora do Brasil 2020 em construção (FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO, 2017) e foram feitas para conferência de grafia dos binômios específicos, sinonímias, nome dos autores das espécies e família. Apenas os espécimes identificados minimamente até a categoria taxonômica de gênero foram incluídos na lista florística.

Após o levantamento florístico na área estudada, as famílias de plantas que apresentaram pelo menos três espécies identificadas foram as selecionadas para análise das guildas observadas por meio dos danos foliares. No total, foram 49 espécies, sendo: cinco de Asteraceae, cinco de Acanthaceae, quatro de Bignoniaceae, três de Euphorbiaceae, dez de Fabaceae, três de Gentianaceae, seis de Malpighiaceae, sete de Melastomataceae, três de Onagraceae e três de Verbenaceae.

O tipo de herbivoria (guilda) presente em cada folha foi caracterizado quanto ao modo de consumo dos tecidos (mastigador (Fig. 1), raspador (Fig. 2), galhador (Fig. 3) e minador (Fig. 4)) a partir dos ramos férteis coletados das plantas durante o levantamento florístico. Também foi analisado o tipo de defesa estrutural presentes nas folhas dos ramos coletados (folha coriácea, folha pilosa e/ou folha com espinho). Cabe ressaltar que foi analisado um indivíduo para cada espécie e o único critério estabelecido para a coleta de ramos nas plantas foi a presença de flores. Logo, o grau de sanidade das folhas não foi analisado previamente às coletas.

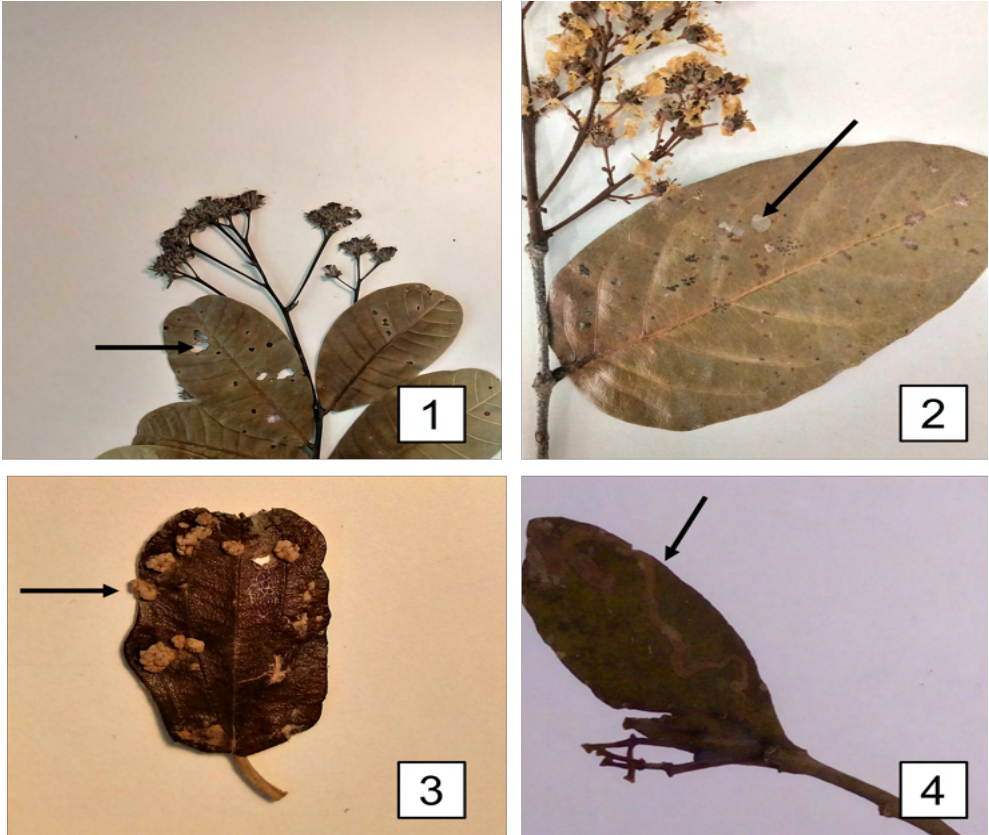


Fig. 1 a 4. Danos foliares causados por insetos herbívoros em folhas de plantas fanerogâmicas observadas em fragmentos de cerrado *sensu stricto* do Parque Colégio Agrícola de Brasília. 1 – Guilda de mastigadores. 2 – Guilda de raspadores. 3 – Guilda de galhadores. 4 – Guilda de minadores.

As análises estatísticas foram feitas no programa R (R Development Core Team, 2018). A incidência dos diferentes tipos de guildas, um modelo para cada guilda, entre as diferentes famílias de plantas foram analisadas utilizando modelos lineares generalizados (GLMs). Inicialmente, foi testado a distribuição binomial e teste qui-quadrado indicado para dados binários, seguido de ajuste quasibinomial quando os dados apresentaram sub- ou sobredispersão e utilizado o teste “F”. A incidência de guildas foi usada como variável resposta em cada modelo e a famílias de plantas foi usada como variável explicativa. A inspeção de resíduos foi verificada ao final de cada análise. Correlação de Spearman foi aplicada para verificar a relação entre a incidência de dano por diferentes guildas de herbívoros e a características foliares.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vinte e oito espécies amostradas sofreram algum dano causado por insetos

herbívoros, o que corresponde a 57,14%, demonstrando alta incidência de herbivoria no cerrado *sensu stricto* do Parque Colégio Agrícola de Brasília, em Planaltina – DF (Fig. 5). Elevada herbivoria também foi observada por Araújo et al. (2007) em um levantamento realizado em fragmentos de cerrado *sensu stricto*, no estado de Goiás.

As guildas mais observadas foram as dos mastigadores e raspadores. Araújo et al. (2007) também encontrou maior incidência de danos causados por mastigadores; entretanto, em seu trabalho, a segunda guilda mais representativa foi a de sugadores, divergindo dos nossos resultados. Provavelmente tal fato ocorreu, pois, no presente trabalho, não investigamos a presença da guilda dos sugadores. Embora diversos estudos reportem uma alta incidência desta guilda para o Cerrado brasileiro (LUZ et al., 2012; ARAÚJO, 2013).

Em relação aos danos provocados pelos mastigadores e raspadores, não foi observada uma família de planta mais susceptível que outra ( $F_{11,39} = 1,34$ ;  $p > 0,05$  para mastigadores;  $F_{11,39} = 0,921$ ;  $p > 0,05$  para raspadores), uma vez que tais guildas estavam amplamente distribuídos nas espécies estudadas (Fig. 5). O dano por mastigadores foi registrado em 48,75% das espécies, enquanto o dano por raspadores foi observado em 33,75% das plantas. Tal resultado é compreensível uma vez que mastigadores e raspadores são herbívoros generalistas (WEIS e BERENBAUM, 1989; ARAÚJO, 2013). Merece destaque a família Malpighiaceae que teve em torno de 85% das plantas atacadas por mastigadores (Fig. 5).

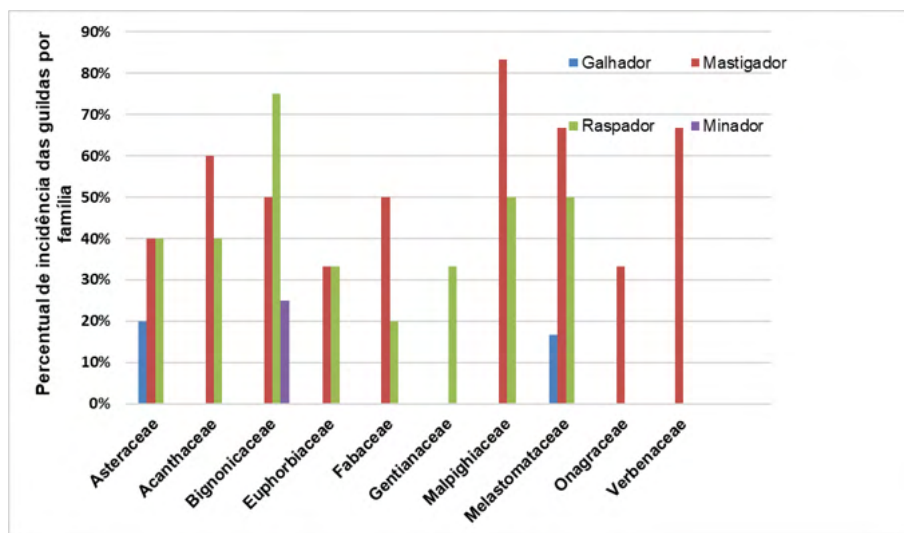


Fig. 5. Percentual de incidência de guildas por famílias fanerogâmicas observadas em fragmentos de cerrado *sensu stricto* do Parque Colégio Agrícola de Brasília.

A incidência das guildas de minadores ( $F_{11,39} = 4,73$ ;  $p < 0,001$ ) e galhadores

( $F_{11,39} = 2,08$ ;  $p < 0,05$ ) diferiu entre as famílias de plantas amostradas (Fig. 5). Apenas 7,5% e 1,25% das espécies de plantas apresentavam ataque por galhadores e minadores, respectivamente. Os galhadores foram observados apenas nas famílias Asteraceae e Melastomataceae, enquanto minadores foram verificados na família Bignoniaceae. Estes resultados reforçam o padrão específico e mais especialista de ocorrência dessas guildas quando comparados à mastigadores e raspadores que são mais generalistas (WEIS e BERENBAUM, 1989). Nossos resultados merecem atenção já que é contraditório com diversos estudos que apontam uma elevada riqueza de galhas em vegetações esclerófilas e sujeitas a estresse hídrico, tais como o cerrado (FERNANDES e PRICE, 1988; LUZ et al., 2012; SILVA et al., 2016). Cabe ressaltar que o galhador induz a formação de galhas nas plantas, utilizando-a como fonte de alimento e abrigo, o que caracteriza uma relação de parasitismo (STONE e SCHÖNRÖGGE, 2003).

Por outro lado, a guilda de minadores foi encontrada em apenas uma espécie já que as larvas de insetos que consomem o mesófilo, sem o rompimento de cutícula, preferem folhas com parênquima mais espesso, o que é tipicamente observado nas plantas de florestas densas (ANGELO e DALMOLIN, 2007). Alguns estudos reportam que famílias com maior número de espécies seriam as mais atacadas por galhadores e minadores (FLECK e FONSECA, 2007), o que não se aplica ao nosso estudo. Assim, essa menor frequência registrada poderia ser moldada por restrições filogenéticas dos insetos galhadores e minadores e/ou capacidade reativa das plantas hospedeiras. Além disso, o nosso estudo se restringiu apenas ao ataque em um único órgão da planta, a “folha”, podendo ter sido subestimado o ataque real para a guilda de galhadores.

Os atributos de defesa de folha coriácea e pilosa foram os mais observados ( $H = 29,9$ ;  $p < 0,05$ ) (Fig. 6). Mesmo eles sendo considerados defesas estruturais contra herbívoros mastigadores e raspadores, a presença de tais atributos não afetaram negativamente a herbivoria nas plantas do cerrado, visto que a frequência de raspadores e mastigadores foi maior em plantas esclerófilas e com tricomas (Tabela 1). Possivelmente, os insetos do cerrado *sensu stricto* já estão adaptados a esses tipos de defesa. Araújo et al. (2007) também encontrou este mesmo resultado, pois as adaptações mais frequentemente observadas nas espécies amostradas em uma área de cerrado de Goiás foram tricomas e esclerofila, com 50% e 44,1% das plantas observadas. Cabe ressaltar que muitos herbívoros apresentam estratégias de superação das defesas de plantas, o que é denominado de “corrida armamentista coevolutiva” ou “hipótese da rainha vermelha” entre plantas consumidas e seus consumidores (GUREVITCH et al., 2009).

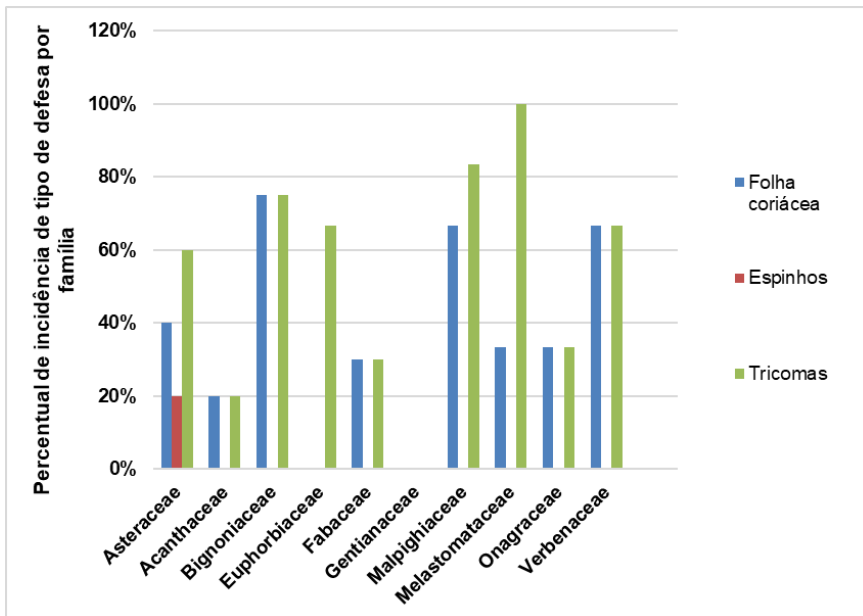


Fig. 6. Percentual de incidência de tipos de defesas observadas em plantas fanerogâmicas observadas em fragmentos de cerrado *sensu stricto* do Parque Colégio Agrícola de Brasília.

	Galhador	Mastigador	Raspador	Minador	Folha coriácea	Espinho	Tricoma
Galhador	<b>0.000</b>	0.198	0.052	0.842	0.756	0.842	0.217
Mastigador	0.183	<b>0.000</b>	0.069	0.274	0.020*	0.274	0.003*
Raspador	0.274	0.257	<b>0.000</b>	0.178	0.018*	0.466	0.106
Minador	-0.029	-0.156	0.191	<b>0.000</b>	0.217	0.889	0.389
Folha coriácea	0.045	0.324	0.331	0.176	<b>0.000</b>	0.427	0.036*
Espinho	-0.029	-0.156	-0.104	-0.020	-0.114	<b>0.000</b>	0.255
Tricoma	0.176	0.404	0.229	0.123	0.294	-0.162	<b>0.000</b>

Tabela 1. Correlação de Spearman entre incidência de dano por diferentes guildas de herbívoros e características foliares. Os valores da subdiagonal inferior indicam os valores de correlação, enquanto os da subdiagonal superior indicam os valores de significância do teste. \*  $p < 0,05$

## 4 | CONCLUSÃO

Este estudo registrou ampla ocorrência de dano por herbívoros (57,14%) entre as plantas amostradas no cerrado *sensu stricto* do Parque Colégio Agrícola de Brasília, embora o mecanismo que explica essa variação não tenha sido elucidado e nem os insetos coletados. O resultado reforça a importância de remanescentes de vegetação nativa para manutenção da diversidade, interações ecológicas e serviços ecossistêmicos. Desta forma, o presente estudo pode estimular a manutenção de fragmentos de cerrado próximo às áreas agrícolas a fim de serem zonas de amortecimento dos ataques de herbívoros. Ressaltamos

a necessidade de estudos mais amplos sobre a distribuição do ataque de herbívoros e suas plantas hospedeiras em regiões tropicais, particularmente o cerrado *sensu stricto*, a fim de elucidar a ecologia e evolução das interações plantas-insetos herbívoros neste bioma extremamente ameaçado.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. **Ecosistemas do Brasil**. São Paulo: Metalivros, 2006.

AGRAWAL, A. A.; FISHBEIN, M. Plant defense syndromes. **Ecology**, v. 87, p. 132–S149, 2006.

ALVES, A. M.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; SILVA, J. O.; FACCION, G.; SANCHEZ-AZOFFEIFA, G. A.; FERREIRA, K. F.; Successional and Intraspecific Variations in Leaf Traits, Spectral Reflectance Indices and Herbivory in a Brazilian Tropical Dry **Frontiers in Forests and Global Change V 4**, 780299. doi: 10.3389/ffgc.2021.780299, 2021.

ANGELO, A. C.; DALMOLIN, A. Interações herbívoro-planta e suas implicações para o controle biológico: que tipos de inimigos naturais procurar? *In O Araçazeiro: Ecologia e Controle Biológico*. (JH. Pedrosa-Macedo, A. DalMolin & CW. Smith, orgs.). Curitiba: FUPEF, 2007.

ANGIOSPERM PHYLOGENY WEBSITE. **Version 14**, 2017. Disponível em: < <http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

ARAÚJO, W. S.; DOMINGOS, S. S.; MENDONÇA, R. M. G.; SANTOS, T.; BOSQUETTI, L. B.; DE MARCO Jr. P. **Relações entre adaptações de plantas do cerrado contra a herbivoria e insetos associados**. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.

ARAÚJO, W. S. Different relationships between galling and non-galling herbivore richness and plant species richness: a meta-analysis. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 7, p. 373–377, 2013.

COLEY, P. D.; BARONE, J. A.; Herbivory and plant defenses in tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** v. 2, p. 305–335, 1996.

CRAWLEY, M. J. **Plant Ecology**. Oxford: Blackwell Science, 1989.

DELGADO, M. N.; MORAIS, H. C.; ROSSATTO, D. R. The role of leaf cutting and fire on extrafloral nectaries and nectar production in *Stryphnodendron adstringens* (Fabaceae, Mimosoideae) plants. **Plant Species Biology**, p. 1-10, 2022. doi/10.1111/1442-1984.12373

DELGADO, M. N.; PETRACCO, P.; OLIVEIRA, I. A. A.; BRUZIGUSSI, E.; CESSA, R. M. A.; FRANCOSE, R. D. Histórico do Parque Colégio Agrícola de Brasília. *In*. Petracco, P.; Bruziguessi, E. P.; Delgado, M. N. (Org.). **Parque Colégio Agrícola de Brasília: uma abordagem transdisciplinar para o ensino, pesquisa e extensão**. 1ed. Brasília: Editora IFB, 2022, v.1, p. 14-29.

EITEN, G. The cerrado vegetation of central Brazil. **Botanical Review**, v. 38, p. 201–341, 1972.

FERNANDES, G. W.; CASTRO, F. C.; FARIA, M. L.; MARQUES, E. S.; GRECO, M. B. Effects of hygrothermal stress, plant richness, and architecture on mining insect diversity. **Biotropica**, v. 36, p. 240-247, 2004.

FLECK, T.; FONSECA, C.R.B. Hipóteses sobre a riqueza de insetos galhadores: uma revisão considerando os níveis intra-específico, interespecífico e de comunidade. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 2, p. 36-45, 2007.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 20 Ago. 2018

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. N.; FOZ, G. A. Herbivoria e Interações e Patógenos. In: GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. N.; FOZ, G. A. (Ed.). **Ecologia Vegetal**. 2ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2009.

KARBAN, R.; AGRAWAL, A. A. Herbivore offense. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 33, p. 641-664, 2002.

LAIRD-HOPKINS, B. C.; BRÉCHET, L. M.; TRUJILLO, B. C.; SAYER, M. J.;. Tree functional diversity affects litter decomposition and arthropod community composition in a tropical forest. **Biotropica** v. 49, p. 903-911, 2017.

LUZ, G. R.; FERNANDES, G. W.; SILVA, J. O.; FAGUNDES, M.; NEVES, F. S. Galhas de insetos em habitats xéricos e méxico em uma região de transição entre Cerrado e Caatinga no norte de Minas Gerais, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 7, p. 171–187, 2012.

MANTOVANI, W. A degradação dos biomas brasileiros. In: RIBEIRO, W. C. (Ed.). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Edusp, 2003.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2015). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN:3–900051–07–0. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 12 Jun. 2018.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. . As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: **Cerrado: Ecologia e Flora**. SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Org.). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1998.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 153-156, 2008.

SILVA, J. O.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; FERNANDES, G. W. Galling insect species richness and leaf herbivory in an abrupt transition between cerrado and tropical dry forest. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 109, p. 705-712, 2016.

SILVA, J. O.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; SANTOS, J. C.; RODRIGUES, P. M. Does leaf flushing in the dry season affect leaf traits and herbivory in a tropical dry forest? **Science of Nature V** 107, n 51. doi: 10.1007/s00114-020-01711-z, 2020.

SILVA-JÚNIOR, M. C. **100 árvores do cerrado - guia de campo**. 1. ed. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2005.

STONE, G. N.; SCHÖNROGGE, K. The adaptive significance of insect gall morphology. **Trends in Ecology and Evolution**, v.18, p. 512–522, 2003.

WEIS, A. E.; BERENBAUM M. R. Herbivorous insects and green plants. In. Abrahamson, W.G. (Ed.). **Plant-Animal Interactions** New York: Mc Graw-Hill. pp. 123-162, 1989.

WILSON, E. O. The Current State of Biological Diversity. In. Wilson, E. O. (Ed.). **Biodiversity**. Washington, D. C.: National Academy Press, 1988.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abelhas 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79

*Aedes aegypti* 6, 7, 9, 10, 12

Agricultura orgânica 129

Anfíbios 54, 55, 118, 120, 124, 125

Apiário 81, 84, 86

Apicultura 79, 81, 82, 83, 84

*Apis mellifera* 68, 76, 77, 78, 81, 82, 88

Atrazina 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127

Avaliação de impacto ambiental 137

### B

Bienestar 103, 110, 111, 112

Biodiversidade 3, 4, 15, 17, 18, 38, 39, 42, 48, 50, 51, 52, 67, 69, 70, 76, 125, 137

Bioindicadores 73, 77, 120, 137

Brasil 1, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 36, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 68, 69, 70, 74, 76, 78, 79, 80, 90, 92, 94, 99, 100, 118, 119, 120, 125, 126, 127, 137

### C

Cerrado 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101

Ciclo de vida 103, 104, 120

Composição química 82

Consequências 3, 28, 30, 35, 47, 71, 72

Conservação 27, 34, 38, 39, 41, 42, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 90, 93, 118, 137

Crescimento 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112

### D

Dano foliar 90

Defesas físicas 90

Degradação ambiental 30

Desmatamento 2, 4, 7, 12, 38, 46, 47, 67, 68, 70, 71, 77

Dinâmica poblacional 103

Dióxido de carbono 2

Distribuição 1, 10, 18, 50, 53, 75, 92, 95, 99, 120, 137

Doenças transmitidas por vetores 1, 7, 8, 9

## E

Espécies ameaçadas 48, 49, 129, 132

Extractivism 55, 56, 62

## F

Fauna Silvestre 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136

Fragmentação 67, 68, 70, 71

## G

*Geophagus steindachneri* 102, 103, 106, 113, 114, 115, 116

Gestão sustentável 39

Giant earthworm extraction 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Guildas 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

## H

Herbicida 75, 119, 123, 124

Herbivoria 50, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 99, 100

Hymenoptera 68, 74, 76, 79

## I

Imunidade 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75

Infecções por Arbovírus 1

Insetos 8, 71, 72, 73, 74, 75, 90, 92, 93, 95, 97, 98, 99, 100, 137

Interações ecológicas 90, 98

## M

Mangue 38, 39, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 53

Matriz de Leopold 27, 30, 34, 35

Metano 2, 3

Miel de abejas 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89

Mudança climática 1, 4, 23

## O

Óleo 12, 27, 28, 31, 33, 34, 35, 36

## **P**

Petróleo 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 47

*Physalaemus cuvieri* 118, 119, 120, 123, 124, 127, 128

Polinizadores 67, 69, 71, 72, 76, 80

Praias 27, 28, 29, 32, 34, 35, 36, 44

## **R**

Ramsar 38, 39, 40, 41, 51, 52, 53

## **S**

Sanidade 67, 68, 71, 73, 75, 94

Saúde pública 1, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 24, 31, 118, 119

Savana 90

Sobrevivência 1, 67, 68, 71, 72, 73, 75

Soil disturbances 55

Solo 4, 7, 16, 17, 27, 29, 30, 44, 52, 53, 63, 65, 75, 93, 104, 119, 127

## **T**

Toxicidade letal 118

## **Z**

Zonas úmidas 39, 40, 42, 46

# Ecologia

e conservação da biodiversidade

2

- 
-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
  -  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
  -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
  -  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Ecologia

e conservação da biodiversidade

2



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022